

**Method and apparatus for regulating the injection moulding process.**

Patent Number: EP0233548  
Publication date: 1987-08-26  
Inventor(s): SCHNEIDER HANS DIPL-ING; WYSTEMP GERD DIPL-ING; HUMMEL ERHARD DIPL-ING; PANHANS FRANZ DIPL-ING  
Applicant(s): WIEHE PLASTMASCHINENWERK (DD)  
Requested Patent: ☐ EP0233548, A3, B1  
Application Number: EP19870101505 19870204  
Priority Number(s): DD19860287035 19860214; DD19860291181 19860611  
IPC Classification: B29C45/76  
EC Classification: B29C45/76  
Equivalents: DE3780322D, ES2033699T  
Cited Documents: DE2429874; US3859400; US3792134; DE2209602; JP59214629

**Abstract**

The invention relates to closed-loop or open-loop control and/or monitoring of the operation of hydraulic injection-moulding machines, the throughput being reduced for switching over from injection to follow-up pressure. The object of the invention is to find the injection stroke, injection time, injection pressure or injection rate which corresponds to the optimum switching point, to control process parameters and to achieve cavity filling which is mould-independent, machine-internal, free from pressure peaks and complete. According to the invention, the time is recorded between the switching point of the throughput reduction and the reaching of a preselected pressure or the pressure upon throughput reduction, or of a signal in relation thereto, or the time between the reaching of a preselected pressure before throughput reduction and reaching it for the second time, or of another preselected pressure thereafter, or the injection plunger stroke upon throughput reduction, and its change up until the reaching of a preselected pressure, or of the pressure before the beginning of throughput reduction, is detected or the amount of the pressure difference between the maximum pressure before and the minimum pressure after throughput reduction is detected and used as a comparison variable for process control.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

**BEST AVAILABLE COPY**

(10)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 233 548

A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 87101505.3

(51) Int. Cl.4: B29C 45/76

(22) Anmeldetag: 04.02.87

(30) Priorität: 14.02.86 DD 287035  
11.06.86 DD 291181(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
26.08.87 Patentblatt 87/35(64) Benannte Vertragsstaaten:  
AT CH DE ES FR GB IT LI NL(71) Anmelder: VEB Plastmaschinenwerk Wiehe  
Donndorfer Strasse 3  
DDR-4736 Wiehe Unstruttal(DD)(72) Erfinder: Hummel, Erhard, Dipl.-Ing.  
Wenzel-Verner-Strasse 25  
DDR-9044 Karl-Marx-Stadt(DD)  
Erfinder: Schneider, Hans, Dipl.-Ing.  
Gärtnerweg 15  
DDR-9122 Adorf/Erzgebirge(DD)  
Erfinder: Panhans, Franz, Dipl.-Ing.  
Johannes-Reitz-Strasse 18  
DDR-9044 Karl-Marx-Stadt(DD)  
Erfinder: Wystamp, Gerd, Dipl.-Ing.  
Hans-Sachs-Strasse 17  
DDR-9023 Karl-Marx-Stadt(DD)(74) Vertreter: Fuchsle, Klaus, Dipl.-Ing. et al  
Hoffmann, Eitle & Partner Patentanwälte  
Arabellastrasse 4  
D-8000 München 81(DE)

(54) Verfahren und Einrichtung zur Regelung des Spritzgießprozesses.

(57) Die Erfindung betrifft die Regelung, Steuerung und/oder Überwachung des Betriebes hydraulischer Spritzgießmaschinen, bei denen zur Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken der Förderstrom reduziert wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, die dem optimalen Umschaltpunkt entsprechenden Spritzhub, Spritzzeit, Spritzdruck oder Spritzgeschwindigkeit zu finden, Prozeßparameter zu regeln und eine werkzeugunabhängig, maschineninterne, druckspitzenfreie und vollständig Formhohlraumfüllung zu erzielen.

Erfindungsgemäß wird die Zeit zwischen dem Umschaltpunkt der Förderstromreduzierung und dem Erreichen eines vorgewählten oder des Druckes bei Förderstromreduzierung oder eines damit im Zusammenhang stehenden Signales oder die Zeit zwischen dem Erreichen eines vorgewählten Druckes vor Förderstromreduzierung und dessen zweitem Er-

reichen oder eines anderen vorgewählten Druckes danach oder der Spritzkolbenhub bei Förderstromreduzierung erfaßt und seine Änderung bis zum Erreichen eines vorgewählten oder des Druckes vor Förderstromreduzierungsbeginn oder der Betrag der Druckdifferenz zwischen dem maximalen Druck vor und dem minimalen nach Förderstromreduzierung erfaßt und als Vergleichsgröße für die Prozeßführung verwendet.

EP 0 233 548 A2

0 233 548

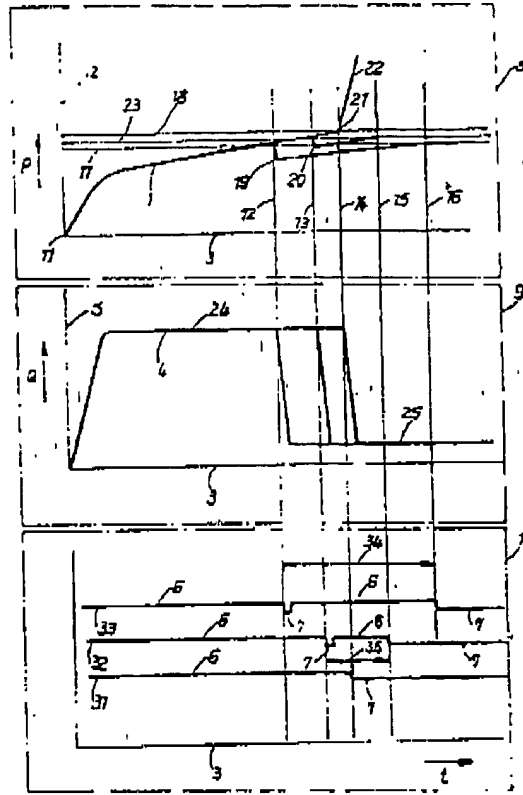


FIG. 1

0 233 548

2

## Verfahren und Einrichtung zur Regelung des Spritzgießprozesses

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Regelung und Steuerung des Spritzgießprozesses und/oder dessen Überwachung beim Spritzgießen von Formteilen auf hydraulischen Spritzgießmaschinen, bei denen zur Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken der Förderstrom reduziert wird und bei denen eine Druckerfassungseinheit für den Spritzdruck vorhanden ist.

In DD WP 227 383 wird ein Verfahren und eine Einrichtung zur Regelung und Steuerung des Einspritzprozesses beim Spritzgießen von Formteilen auf hydraulischen Spritzgießmaschinen, bei denen eine den Spritzdruck steuernde Förderstromregelung erfolgt, vorgeschlagen. Dabei wird davon ausgegangen, daß bei vollständig gefülltem Formhohlraum die dem Übergangsverhalten der Regeleinrichtung entsprechende Zeit vom programmierten Förderstrom bis zum festgelegten Kontrollförderstrom erreicht wird. Ist der Formhohlraum noch nicht vollständig gefüllt, verlängert sich diese Zeit. Der Einspritzvorgang wird so geregelt, daß eine vorgegebene Übergangszeit vom Förderstrom des Einspritzens bis zum Erreichen des Kontrollförderstromes geregelt wird. Diese Lösung ist auf Maschinen mit einer den Druck steuernden Förderstromsteuerung beschränkt. Für diese Maschinen ist eine adaptive Regelung mit einer automatischen Prozeßparametervorgabe und -kontrolle möglich. Der Aufwand für eine den Druck steuernde Förderstromsteuerung ist erheblich.

In DD-WP 66 020 wird ein Verfahren angegeben, nach dem der Druckverlauf während des Einspritzvorganges über der Zeit ertastet und differenziert und die sich bei vollständiger Werkzeugfüllung ergebende Unstetigkeitsstelle zur Umschaltung auf den Nachdruck genutzt wird.

Nach DD-WP 132 943 ist eine Schalteinrichtung zur Auslösung druckabhängiger Schaltvorgänge beim Spritzgießen bekannt, bei denen der in einem Sollwertpeicher befindliche vorgegebene Sollwertdruck mit dem anstehenden Istwertdruck mittels eines Komparators verglichen wird. Dabei ist eine entsprechende elektrische Schaltanordnung geschützt. Aufgabe dieser Erfindung ist es, mittels einer Schalteinrichtung beim Spritzgießen in der Kompressionsphase druckabhängig eine Kompressionszeitmessung zu starten und druckabhängig in die Nachdruckphase umzuschalten.

Mit der Problematik der Umschaltung von Spritzen auf Nachdruck befassen sich weitere technische Lösungen. So wird in DE-AS 1 458 150 eine elektrische betriebene Zeitmeßeinrichtung be-

schrieben, die zur Messung der Schußzeit mit dem Spritzkolben der Spritzgießmaschine synchron betätigt wird. Das auf den Kolben wirkende Druckmedium schaltet mittels eines Druckindikators eine Zeitmeßeinrichtung in Abhängigkeit vom Auftreten einer Druckspitze, die bei endgültiger Werkzeugfüllung auftritt.

In DE-OS 2 412 341 wird beschrieben, wie aus der Messung des Spritzdruckes, des Werkzeuginnendruckes und eines Zeitbezugssignals ein Prozeßindex gewonnen wird. Die Zeitverzögerung zwischen Spritzdruck und Werkzeuginnendruck dient als Zeitbezugssignal. Die DE-AS 2 021 739 beschreibt eine Einrichtung bei der die Zeit zwischen Spritzbeginn und Erreichen eines bestimmten Werkzeuginnendruckes zur Bildung eines Druckeinspritzzeitindex dient. In einem vorliegenden Fall wird die Zeit über dem gesamten Einspritzvorgang gemessen und nur ein Umschaltdruck verwendet.

Ein weiteres Verfahren zur Korrektur des Umschaltpunktes wird in DE-OS 2 443 938 beschrieben. Als Kriterium für den Füllungsgrad des Werkzeuges dient der in der Nachdruckphase gemessene Formspalt. Nach DD-WP 146 912 wird eine Einrichtung zur Steuerung einer Spritzgießmaschine mit einem als Impulsgeber gestalteten Spritzdruck-Sicherheitsventil zum Umschalten von Spritz- auf Nachdruck vorgesehen. Weiterhin ist nach DE-AS 1 946 637 vorgesehen, die Umschaltung von Spritz- auf Nachdruck in Abhängigkeit von der Vorlaufgeschwindigkeit des Schneckenkolbens vorzunehmen.

Nachteilig bei den bekannten technischen Lösungen ist, daß eine Umschaltung von Spritz- auf Nachdruck mittels des Druckes eine Druckeinstellung erfordert, die höher ist als der zum Füllen der Form und zur Kompression erforderliche Druck. Der über dem erforderlichen Druck zum Füllen der Form und zur Kompression liegende Druck führt zu einer Vergrößerung der inneren Spannungen im Formteil und damit zur Qualitätsminderung.

Dadurch, daß der eingestellte Druck möglichst niedrig gehalten werden soll, wird bei Veränderungen der variablen Verarbeitungsparameter bzw. bei Veränderung der Formmasseeigenschaften, die einen höheren Druckbedarf bedingen, das Werkzeug bis zur Korrektur der Parameter nicht vollständig gefüllt bzw. der Fließfrontverlauf unterbrochen und das Formteil inhomogen und bei Veränderungen, die einen niedrigen Druckbedarf bedingen, das Werkzeug überladen.

Alle Verfahren, die einen Einspritzindex zum Auffinden des günstigsten Umschaltdruckes von Spritzen auf Nachdruck beinhalten, benötigen für ihre Funktion spezielle Werkstoffkennwerte, die werkstoff- und formteilspezifisch einzugeben sind.

Alle Verfahren der Einspritzzeitmessung und der Prozeßregelung mittels der Einspritzzeit oder auch von Teilstücken daraus, erfassen nur einen Teilzustand des Einspritzvorganges und garantieren nicht die gleichmäßige sichere Werkzeugfüllung.

Bei den vorhandenen Verfahren und Einrichtungen wird ein unnötiger Energiebedarf aufgewendet, da der eingestellte Spritzdruck im allgemeinen über dem zur Füllung der Form und zur Kompression erforderlichen Druck liegt.

Der optimale Spritzdruck bei vorgegebener Spritzgeschwindigkeit muß durch Anzeigergeräte ermittelt und über eine Eingabeeinrichtung vorgegeben werden. Für die Meßgrößenerfassung und -auswertung sind zusätzliche Aufwendungen erforderlich. Eine Regelung der variablen Verfahrensparameter und eine selbständige Einstellung eines günstigen Spritzdruckes ist nur mit aufwendigen komplizierten Meß- und Regeleinrichtungen teilweise möglich.

Ein Anfahrvorgang mit sich automatisch einstellendem günstigem Spritzdruck ist mit den bekannten Verfahren nur mit hohem Aufwand, mit nicht befriedigender Qualität möglich. Bei günstigem Spritzdruck ergibt sich die kürzeste Einspritzzeit, die bisher nur zufällig oder nur mit hohem Aufwand erreichbar ist.

Das Ziel der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Regelung und Steuerung des Spritzgießprozesses zu schaffen, daß für alle Spritzgießmaschinen, bei denen der Förderstrom bei der Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken verringert wird, anwendbar ist und das eine weitgehend automatische Prozeßregelung gestattet und damit eine Verkürzung des Anfahrvorganges, eine Qualitätssteigerung der Formteile, eine Energieeinsparung und geringe Zykluszeiten ermöglicht, wobei nur ein geringer oder kein zusätzlicher technischer Aufwand erforderlich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Regelung und Steuerung des Einspritzprozesses und/oder dessen Überwachung beim Spritzgießen von Formteilen auf hydraulischen Spritzgießmaschinen, bei denen zur Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken der Förderstrom reduziert wird und bei denen eine Druckerfassungseinheit für den Spritzdruck vorhanden ist, mit dem der dem optimalen Umschaltzeitpunkt entsprechende Spritzhub, oder die Spritzzeit oder der Spritzdruck oder die Spritzgeschwindigkeit gefunden und durch Steuerung und Regelung der Prozeßparameter innerhalb vorgegebener Toleran-

zen geregelt wird, und dabei eine werkzeugunabhängige maschineninterne, druckspitzenfreie und eine vollständige Füllung des Formhohlraumes garantierende Prozeßsteuerung, -regelung und -überwachung möglich ist, zu schaffen.

Das Merkmal der Erfindung, durch das die vorstehend genannte Aufgabe gelöst wird, besteht darin, daß die Zeit zwischen dem Umschaltzeitpunkt der Förderstromreduzierung und dem Erreichen eines vorgewählten Druckes oder des Druckes bei der Förderstromreduzierung oder eines damit im Zusammenhang stehenden Signales oder die Zeit zwischen einem ersten Erreichen eines vorgewählten Druckes vor der Förderstromreduzierung und einem zweiten Erreichen des gleichen oder eines anderen vorgewählten Druckes nach der Förderstromreduzierung oder daß der Spritzkolbenhub zum Zeitpunkt der Förderstromreduzierung erfaßt wird und die Änderung des Spritzkolbenhubes bis zum Erreichen eines vorgewählten Druckes oder des Druckes vor Beginn der Förderstromreduzierung oder daß der Betrag der Druckdifferenz zwischen dem maximalen Druck vor der Förderstromreduzierung erfaßt wird und als Vergleichsgröße für die Steuerung, Regelung oder Überwachung verwendet wird.

Entsprechend einem weiteren Merkmal der Erfindung wird mit der Förderstromreduzierung oder mit dem diese Förderstromreduzierung charakterisierenden Schaltsignal eine vorgegebene Zeit gestartet, und bei fehlender Druckabsenkung nach der Förderstromreduzierung im nächsten Maschinenzyklus Prozeßparameter vorzugsweise Spritzdruck und/oder Spritzhub, Einspritzzeit und/oder Massetemperatur und/oder Werkzeugtemperatur, um einen vorgegebenen Betrag gesenkt und/oder Prozeßparameter, vorzugsweise Spritzgeschwindigkeit um einen vorgegebenen Betrag erhöht, und wenn bei Druckabsenkung nach Förderstromreduzierung ein Erreichen des vorgewählten Druckes innerhalb der vorgegebenen Zeit nicht vorhanden ist, werden im nächsten Maschinenzyklus Prozeßparameter, vorzugsweise Spritzgeschwindigkeit um einen vorgegebenen Betrag verringert und/oder Prozeßparameter, vorzugsweise Spritzdruck und/oder Spritzhub und/oder Massetemperatur und/oder Werkzeugtemperatur um einen vorgegebenen Betrag erhöht.

Auch darin ist ein Merkmal der Erfindung zu sehen, daß abhängig vom Auftreten oder Nichtauftreten eines Druckeinbruchs nach der Förderstromreduzierung je Zyklus eine Veränderung eines Prozeßparameters vorgenommen wird.

5

0 233 548

6

Dabei wird bei Auftreten des Druckeinbruchs vorzugsweise der Spritzdruck, der Spritzhub, die Einspritzzeit, die Masstemperatur und/oder die Werkzeugtemperatur erhöht und/oder die Spritzgeschwindigkeit verringert. Bei Nichtauftreten des Druckeinbruchs wird vorzugsweise der Spritzdruck, der Spritzhub, die Einspritzzeit, die Masstemperatur und/oder die Werkzeugtemperatur verringert und/oder die Spritzgeschwindigkeit erhöht.

Nach einem anderen Merkmal der Erfindung werden bei Unterschreitung einer vorgegebenen Änderung des Spritzkolbenhubs oder Zurückklappen des Spritzkolbens nach der Förderstromreduzierung bis zum Erreichen des vorgewählten Druckes für den nächsten Spritzzyklus Prozeßparameter, vorzugsweise der Spritzhub oder die Einspritzzeit bis zur Umschaltung von Spritzen auf Nachdrücken oder der Umschaltdruck verringert und/oder Prozeßparameter, vorzugsweise der Nachdruck erhöht und bei Überschreitung einer gleichen oder einer anderen vorgegebenen Änderung des Spritzkolbenhubs nach der Förderstromreduzierung bis zum Erreichen des vorgewählten Druckes Prozeßparameter, vorzugsweise der Spritzhub oder die Einspritzzeit oder der Umschaltdruck von Spritzen auf Nachdrücken vergrößert und/oder Prozeßparameter, vorzugsweise der Nachdruck, verringert.

Erfindungsgemäßes Merkmal der Erfindung ist gleichfalls, daß für die Veränderung der Prozeßparameter Grenzwerte vorgegeben werden und bei Erreichen der Grenzwerte eine Störung signalisiert wird und/oder entsprechend einer festgelegten Reihenfolge ein anderer Prozeßparameter verändert wird.

Ein Merkmal der Erfindung besteht noch darin, daß zur Durchführung des Verfahrens eine Einrichtung vorgesehen wird, bei der einer den Druck zum Zeitpunkt der Förderstromreduzierung meldenden Druckerfassungseinheit und/oder einem die Förderstromreduzierung meldenden Signalgeber eine Verarbeitungseinheit, die mindestens einen Speicher für ein erstes Signal besitzt und vorzugsweise einen Druckdifferenzbildner oder eine Zeitmeß- oder -vorgabeeinheit besitzt, nachgeschaltet ist und bei der wiederum eine Signalausgabeeinheit nachgeschaltet ist.

Auch darin ist ein Merkmal der Erfindung zu sehen, daß die einen Druckwert signalisierende Druckerfassungseinheit mit einem einer Verarbeitungseinheit zugehörigem Schaltglied in Wirkverbindung steht und daß eine die Stellung des Spritzkolbens zum Zeitpunkt der Förderstromreduzierung erfassende digitale oder analoge Meßeinrichtung vorhanden ist und daß dieser die Verarbeitungsein-

heit, die mindestens einen Speicher für ein erstes Meßsignal besitzt, nachgeschaltet ist und daß dieser wiederum eine Signalausgabeeinheit nachgeschaltet ist.

Zu den Erfindungsmerkmalen zählt außerdem, daß die Signalausgabeeinheit eine Anzeigevorrichtung mit mindestens folgenden zwei Anzeigezuständen besitzt:

1. Parameter, vorzugsweise Spritzhub, Einspritzzeit und/oder Umschaltdruck von Spritzen auf Nachdrücken verringern und/oder Nachdruck erhöhen und
2. Parameter, vorzugsweise Spritzhub, Einspritzzeit und/oder Umschaltdruck von Spritzen auf Nachdrücken vergrößern und/oder Nachdruck verringern.

Gemäß einem Merkmal der Erfindung ist der Signalausgabeeinheit ein das die Änderungsrichtung des/der Prozeßparameter kennzeichnende Signal in das zu ändernde Prozeßparametersignal umsetzender Wandler nachgeschaltet und ein diesem nachgeschalteter Regler vorhanden, der mit einem Sollwertvorgabeteil der Regler für Prozeßparameter in Wirkverbindung steht.

Schließlich besteht ein Merkmal der Erfindung noch darin, daß eine Maschinensteuerung ein Grenzwertvorgabeteil für die Prozeßparameter besitzt und daß dieses mit dem Regler in Wirkverbindung steht und daß diesem ein Prozeßparameterauswahlteil nachgeschaltet ist, das mit dem Wandler in Wirkverbindung steht.

Mit der Erfindung wird ein Verfahren und eine dazugehörige Einrichtung vorgeschlagen, die eine weitgehende automatische Prozeßregelung möglich machen, wobei für die Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken bei der der Förderstrom reduziert wird, für die Prozeßparameter Spritzhub bei einer spritzwegabhängigen Umschaltung oder Einspritzzeit oder Einspritzgeschwindigkeit bei einer zeitabhängigen Umschaltung oder Spritzdruck, Spritzgeschwindigkeit, Masstemperatur oder Werkzeugtemperatur bei einer spritzdruckabhängigen Umschaltung die günstigsten Einstellwerte von der Maschine automatisch ermittelbar sind. Nachfolgend können die vorgenannten Prozeßparameter automatisch geregelt bzw. überwacht werden. Dabei wird in sehr kurzer Zeit von subjektiven Einflüssen unabhängig eine druckspitzenfreie und vollständige Füllung des Formhohlraumes erreicht und nachfolgend durch Anpassung an Schwankungen beispielsweise der Werkzeugtemperatur oder der Öltemperatur oder der Materialkennwerte geregelt. Durch die erfindungsgemäße Lösung ist es möglich, auch bei größeren, langsam verlaufenden, den Spritzgußprozeß beein-

flussenden Änderungen von Prozeßparametern wie der Viskosität, der Öltemperatur, der Werkzeugtemperatur eigenspannungsarme, vollständig gefüllte, graufreie Formteile herzustellen.

Die Regeleinrichtung verwendet im wesentlichen in der Maschine für andere Aufgaben vorgesehene Einrichtungen; ein Eingriff in das Werkzeug ist nicht erforderlich. Durch die Erfindung werden die Zykluszeiten optimal gestaltet, eine energieun günstige Arbeitsweise beim Einspritzen gewährleistet, die Anfahrzeit verkürzt und die Qualität der Formteile verbessert. Für Massen mit geringer Viskosität können wegen der Vermeidung von Druckspitzen und damit der exakten Steuerung der Werkzeugauftriebskraft Formteile mit einer wesentlich größeren projizierten Fläche als bisher gespritzt werden.

Die Erfindung soll nachstehende an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden:

In den zugehörigen Zeichnungen stellen dar:

Fig. 1: Diagramm des Spritzdruck- und Förderstromverlaufes sowie das zugehörige Schaltsignal der Druckerfassungseinheit während des Einspritzvorganges

Fig. 2: Diagramm des Spritzhub- und Förderstromverlaufes sowie das zugehörige Schaltsignal der Druckerfassungseinheit während des Einspritzvorganges

Fig. 3: Schaltanordnung für eine Spritzgießmaschine in schematischer Darstellung

In Fig. 1 sind zur Erläuterung des Verfahrens der Druck, der Förderstrom und das Signal einer Druckerfassungseinheit in Abhängigkeit von der Zeit für drei verschiedene Umschaltunkte für die Förderstromreduzierung dargestellt. Dabei ist im Diagramm 8 der Druckverlauf 1 mit der Druckachse 2 und der Zeitachse 3 beim Spritzen eines Formteiles dargestellt. Im Diagramm 9 ist dazu der Förderstromverlauf 4 mit der Förderstromachse 5 dargestellt. Das Diagramm 10 zeigt das Signal einer Druckerfassungseinheit mit der Stellung: "Druck unter Einstellwert" 6 und "Druck auf Einstellwert oder darüber" 7.

Zum Zeitpunkt 11 wird der Einspritzvorgang begonnen. Der Förderstrom erreicht entsprechend dem Übergangsverhalten der Förderstromsteuerung schnell den programmierten Förderstrom beim Spritzen 24. Dieser Förderstrom beim Spritzen 24 kann auch gestuft oder nach einer Funktion gesteuert verlaufen. Der Förderstrom verschiebt einen Spritzkolben 26 und preßt dabei Formmasse mittels eines Schneckenkolbens 27 aus einem Masseraum 28 über ein Ausgußsystem 29 in einen Formhohlraum 30 (Fig. 3). Spritzkolbenweg-, zeit- oder spritzdruckabhängig, wird auf Nachdrücken umgeschaltet. Dabei wird der Förderstrom beim Spritzen 24 auf den Förderstrom beim Nachdrücken 25 umge-

schaltet. Ist der Formhohlraum 30 zu diesem Zeitpunkt schon vollständig gefüllt, kommt es, wie es zum Zeitpunkt 14 dargestellt ist, zu keinem Druckeinbruch, sondern, falls der Druckwert bei der Förderstromreduzierung 18 nicht auf diesen Wert begrenzt wird, zu einem weiteren Druckanstieg 22. Daraus, daß zum Zeitpunkt 14 der Druckverlauf 1 trotz verringertem Förderstrom einen Knick 21 aufweist und dann steiler ansteigt, ist sichtbar, daß der Formhohlraum 30 gerade zu diesem Zeitpunkt 14 gefüllt war. Dieser Zustand ist für das Spritzgießen der günstigste. Jedoch muß der Druckanstieg 22 verhindert werden. Das im Diagramm 10 dargestellte Signal der Druckerfassungseinheit 31 zeigt bis zum Zeitpunkt 14 "Druck unter Einstellwert" 6 an und schaltet beim Zeitpunkt 14 auf "Druck auf Einstellwert oder darüber" 7 um. Ein derartiges Signal 31 ist auch vorhanden, wenn das Werkzeug überfüllt ist, so daß dieser günstigste Einspritzverlauf eine komplizierte Regelungstechnik erfordern würde, um den Punkt der exakten Füllung des Formhohlraumes 30 mit der Reduzierung des Förderstromes in Übereinstimmung zu bringen. Eine werkzeugunabhängige maschinengebundene Regelung dieses Punktes ist, da in Richtung der Überfüllung des Formhohlraumes 30 kein Grenzwertkriterium gegeben ist, mit einfachen technischen Mitteln nicht möglich. Deshalb wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die Druckdifferenz zwischen dem Druckwert bei Förderstromreduzierung 17 oder 23 und dem Druckwert nach Förderstromreduzierung 19 oder 20 oder die Zeit bis zum erneuten Erreichen des Druckes vor der Förderstromreduzierung 34; 35 als Vergleichsgröße zu ermitteln und durch Regelung der Prozeßparameter innerhalb vorgegebener Toleranzen konstant zu halten. Je nach dem Füllungsgrad des Formhohlraumes 30 ist die Druckdifferenz zwischen dem Druckwert bei Förderstromreduzierung 17 oder 23 und dem Druckwert nach Förderstromreduzierung 19 oder 20 oder die Zeit bis zum erneuten Erreichen des Druckes vor der Förderstromreduzierung 34; 35 unterschiedlich. Wird zum Zeitpunkt 12 die Umschaltung auf Nachdrücken, das heißt die Förderstromreduzierung vorgenommen, zu dem der Formhohlraum 30 noch unvollständig gefüllt ist, ist die Druckdifferenz zwischen dem Druckwert bei Förderstromreduzierung 17 und dem Druckwert nach Förderstromreduzierung 19 relativ groß. Damit wird bei dem allgemein sehr geringen Förderstrom beim Nachdrücken 25 eine relativ lange Zeit bis zum Erreichen des Druckes vor der Förderstromreduzierung 34 zum Zeitpunkt 16 benötigt. In dieser Zeit kühlt sich die Formmasse im Formhohlraum 30 bereits stark ab, und dieser wird nur unvollständig gefüllt. Wird aber zu einem Zeitpunkt 13 zu dem der Formhohlraum 30 schon

nahezu gefüllt ist, die Umschaltung auf Nachdrücken vorgenommen, ergibt sich im Spritzzylinderraum 36 nur eine geringe Druckdifferenz zwischen dem Druckwert bei Förderstromreduzierung 23 und dem Druckwert nach Förderstromreduzierung 20, und damit ist die Zeit bis zum erneuten Erreichen des Druckes vor der Förderstromreduzierung 35 zum Zeitpunkt 15 relativ kurz. Die vorgenannte Druckdifferenz zeichnet sich im Formhohlraum 30 bei einer Forminnen-druckmessung in diesem Fall nicht ab.

In einer Ausführung der erfindungsgemäßen Lösung wird vorgesehen, daß der Druckwert nach Förderstromreduzierung 19 oder 20 geringer ist als der Druckwert bei Förderstromreduzierung 17 oder 23 und daß innerhalb einer entsprechenden vorgegebenen Zeit der Druckwert bei der Förderstromreduzierung 17 oder 23 wieder erreicht wird.

Bei einer spritzdruckabhängigen Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken kann durch Variation des Druckvorgabewertes für die Umschaltung der Druckwert gefunden werden, der den vorgegebenen Bedingungen entspricht. Bei diesem Druckwert wird der Formhohlraum 30 vollständig, eigenspannungsarm und gratfrei gefüllt. Derartige Druckvorgabewerte sind in dem der Fig. 1 zugrundeliegenden Beispiel die Druckwerte bei Förderstromreduzierung 17; 18; 23. Diese Druckwerte werden zu verschiedenen Zeitpunkten 12; 13; 14 erreicht und reduzieren den Förderstrom beim Spritzen 24 auf den Förderstrom beim Nachdrücken 25. Zum Zeitpunkt 12; 13; 14 der Förderstromreduzierung wird das Signal der Druckerfassungseinheit 31; 32; 33 vom Signal "Druck unter Einstellwert" 6 auf das Signal "Druck auf Einstellwert oder darüber" 7 geschaltet. Im Falle der Vorgabe der Druckwerte bei Förderstromreduzierung 17; 23 sinkt der Druckwert nach Förderstromreduzierung 19; 20 und die Druckerfassungseinheit signalisiert "Druck unter Einstellwert" 6. Je nach Füllgrad des Formhohlraumes 30 signalisiert die Druckerfassungseinheit nach einer Zeit bis zum erneuten Erreichen des Druckes vor der Förderstromreduzierung 34; 35 "Druck auf Einstellwert oder darüber" 7.

Ist nun die vorgegebene Zeit geringfügig länger als die Zeit bis zum erneuten Erreichen des Druckes vor der Förderstromreduzierung 35, würde beim Signal der Druckerfassungseinheit 32, das heißt beim Druckwert bei Förderstromreduzierung 23 keine Änderung der Prozeßdaten erforderlich sein. Für die Vorgabe des Druckwertes bei Förderstromreduzierung 18 müßten, da nach der Förderstromreduzierung keine Unterbrechung des Signals der Druckerfassungseinheit 31 "Druck auf Einstellwert oder darüber" 7 durch das Signal

"Druck unter Einstellwert" 6 erfolgt, Prozeßparameter verändert werden, wie beispielsweise der Umschaltdruck auf Nachdrücken verringert werden.

Für die Vorgabe des Druckwertes bei Förderstromreduzierung 17 müßten, da das Signal der Druckerfassungseinheit 33 in einer größeren Zeit bis zum erneuten Erreichen des Druckes vor der Förderstromreduzierung 34 als der vorgegebenen Zeit "Druck auf Einstellwert oder darüber" 7 erfolgt, Prozeßparameter verändert werden, beispielsweise der Umschaltdruck vom Spritzen auf Nachdrücken erhöht werden.

Anstelle der Druckerhöhung kann auch der Förderstrom verringert werden. Unter Prozeßparameter müssen alle den Formfüllvorgang direkt und indirekt beeinflussenden Parameter, wie beispielsweise Spritzdruck, Spritzgeschwindigkeit, Massetemperatur, Spritzhub, Werkzeugtemperatur und andere betrachtet werden.

Anstelle des Druckwertes bei Förderstromreduzierung kann auch für die zweite Druckmeldung ein anderer vorgewählter Druck angestrebt werden. Dabei kann auch die Zeit von der Förderstromreduzierung bis zum Erreichen eines vorgegebenen Druckwertes als des Druckwertes bei Förderstromreduzierung 18 als Vergleichsgröße verwendet werden. In einer einfachen Lösung ist vorgesehen, daß pro Zyklus eine Korrektur des vorgegebenen Prozeßparameters erfolgt, indem bei Aufrechterhaltung des Signals "Druck auf Einstellwert oder darüber" 7 eine Veränderung des vorgeesehenen Prozeßparameters in Richtung einer Spritzdruckverringerung, Spritzhubverkleinerung oder einer Spritzgeschwindigkeitserhöhung und bei einem Wechsel des Signals auf das Signal "Druck unter Einstellwert" 6 eine Veränderung des vorgeesehenen Prozeßparameters in Richtung einer Spritzdruckerhöhung, einer Spritzhubvergrößerung oder Spritzgeschwindigkeitssenkung vorgenommen wird. Die Kontrolle und gegebenenfalls die Veränderung der Prozeßparameter erfolgt vorzugsweise pro Zyklus. Für Spritzgießmaschinen, bei denen eine Zeitmeßeinrichtung oder ein Druckdifferenzbildner für eine andere Zweckbestimmung nicht vorhanden oder wegen Überlastung nicht nutzbar ist, stellt Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel dar. Darin stellt es im Diagramm 61 den Spritzkolbenhubverlauf 58, im Diagramm 9 den Förderstromverlauf 4 mit der Förderstromachse 5 und im Diagramm 10 das Signal einer Druckerfassungseinheit 31; 32; 33 mit der Stellung "Druck unter Einstellwert" 6 und "Druck auf Einstellwert oder darüber" 7 mit der Zeitachse 3 dar. Im allgemeinen wird der vorgegebene Druckwert auf einen Nachdruckwert gesenkt. Während des Spritzens ist es üblich, um eine Beeinflussung der Spritzgeschwindigkeit durch den Druck auszu-



11

0 233 548

12

schließen, einen hohen Druckwert vorzugeben. Dieser Druckwert wird dabei normalerweise nicht erreicht. Das Erreichen des Nachdruckwertes ist im Diagramm 10 am Signal der Druckerfassungseinheit 31; 32; 33 ersichtlich, die vom Schaltzustand "Druck unter Einstellwert" 6 auf den Schaltzustand "Druck auf Einstellwert oder darüber" 7 schaltet. Ist der Formhohlraum 30 zum Zeitpunkt der Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken vollständig gefüllt, kommt es, wie es zum Zeitpunkt 14 dargestellt ist, je nach der Höhe der Nachdruckeinstellung noch einhergehend mit einer Druckspitze zu einer sehr geringen Spritzhubvergrößerung oder bei bereits überladem Werkzeug zu einem Zurückfedern des Spritzkolbens 26 um einen Betrag 59 dargestellt. Bei vorzeitiger Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken zum Zeitpunkt 12 kommt es zu einer Füllung des Formhohlraumes 30 während der Nachdruckphase. Eine vollständige Füllung des Formhohlraumes 30 ist dann meist nicht gewährleistet. Der sich dabei ergebende Betrag 62 für die Änderung des Spritzkolbenhubes bis zum Erreichen des Nachdruckwertes durch das Signal "Druck auf Einstellwert oder darüber" 7 zum Zeitpunkt 16 ist relativ groß. Ziel ist es, die Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken zu einem Zeitpunkt vorzunehmen, zu dem das Werkzeug gefüllt ist und nur eine Volumenergänzung des infolge der Abkühlung auftretenden Schwundes bis zur Erstarrung erforderlich ist. Dieser Fall ist dann gegeben, wenn nach der Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken und dabei bei der Reduzierung des Förderstromes beim Spritzen 24 auf den Förderstrom beim Nachdrücken 25 und Vorgabe des Nachdruckwertes bis zum Erreichen dieses Nachdruckwertes keine Veränderung des Spritzkolbenhubes auftritt. Ist der Nachdruckwert zu hoch eingestellt und wird dieser zum Zeitpunkt der Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken gerade erreicht, tritt dieser als günstig beschriebene Zustand ebenfalls auf, das heißt, eine zu geringe Spritzkolbenhubeinstellung, wie sie zum Zeitpunkt 12 vorliegt, ist nicht eindeutig erkennbar. Eine zu große Spritzhubeinstellung ist aus diesem Spritzkolbenhubeinstellung nur erkennbar, wenn ein Zurückfedern des Spritzkolbens 26 auftritt. Andererseits führt in der Kompressionsphase der in den Formhohlraum 30 eingespritzten Formmasse eine hohe Einspritzgeschwindigkeit zu einem hohen Druckanstieg, so daß es günstiger ist, noch eine Kompression der Formmasse mit geringem Förderstrom vorzunehmen. Die Änderung des Spritzkolbenhubes nach der Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken ist ein Kennzeichen für den Füllungsgrad des Formhohlraumes 30. Deshalb schlägt die erfindungsgemäße Lösung vor, den Hub des Spritzkolbens 26 zum Zeitpunkt der Förderstromreduzierung 12; 13; 14 zu erfassen und

die Änderung des Hubes des Spritzkolbens 26 bis zum Erreichen eines vergewählten Druckes oder des Druckes vor Beginn der Förderstromreduzierung zum Zeitpunkt 15; 16 als Vergleichsgröße für die Regelung, Steuerung und/oder Überwachung zu verwenden. Dabei gibt es prinzipiell die Möglichkeit der Kontrolle in wie weit der Spritzkolben 26 zurückfedert oder nachläuft und davon abhängig eine Veränderung der Prozeßparameter, vorzugsweise des Spritzhubes, der Einspritzzeit, des Umschaltdruckes oder des Nachdruckwertes. Auch andere Prozeßparameter sind verwendbar, wie beispielsweise die Schneckenkreisdrehzahl, der Staudruck, die Werkzeugtemperatur und die Massetemperatur. Für eine einmal gefundene günstige Einstellung, vor allem für den Nachdruckwert, kann damit eine sich an verändernde Verarbeitungsparameter anpassende Regelung aufgebaut werden.

Günstiger ist es, für die Änderung des Spritzkolbenhubes eine Maximal- und Minimalwertbegrenzung der Änderung des Hubes des Spritzkolbens 26 vorzugeben. Dabei wird bei Überschreitung des für die Änderung vorgegebenen Maximalwertes der Spritzhub oder die Einspritzzeit, oder der Spritzdruck für die Festlegung des Zeitpunktes 12; 13; 14 für die Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken vergrößert oder der Nachdruck verringert und bei Unterschreitung des vorgegebenen Minimalwertes wird der Spritzhub, oder die Einspritzzeit, oder der Spritzdruck für die Festlegung des Zeitpunktes 12; 13; 14 für die Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken verringert oder der Nachdruck erhöht.

Mit einer solchen Steuerung kann sich die Maschine ihren Arbeitspunkt selbst suchen. Dabei ist die gleiche Wahl des Wertes für den Nachdruck, wie er zum Zeitpunkt der Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken oder die Vorgabe einer Beziehung zwischen beiden Drücken besonders günstig. Bei einer hydraulischen Druckumschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken, bei der der Umschaltdruck und der Nachdruck so vorgegeben werden, daß sie gleich oder in einer festen Beziehung zueinander stehen, wird der Umschaltdruck so lange verändert, bis nach der Reduzierung des Förderstromes beim Spritzen 24 auf den Förderstrom beim Nachdrücken 25 sich die dabei ergebende Änderung des Spritzkolbenhubes dem vorgegebenen Bereich entspricht. Liegt der Umschaltpunkt zu zeitig, das heißt der Formhohlraum 30 ist noch unvollständig gefüllt, wie es im Diagramm 61 mit dem Spritzkolbenhubeinstellung 58 zum Zeitpunkt 12 der Förderstromreduzierung dargestellt ist, ergibt sich die relativ große Spritzkolbenhubeinstellung mit dem Betrag 62. Durch Erhöhung des Umschaltdruckes, des Spritzhubes oder der Spritzzeit bis zur Förderstromreduzierung wird der

13

0 233 548

14

Umschaltpunkt zum Zeitpunkt 13 erreicht. Die sich nach der Förderstromreduzierung bis zum Erreichen des vorgegebenen Druckes ergebende Spritzkolbenhubänderung besitzt nur noch den geringen Betrag 63. Liegt dieser Betrag 63 innerhalb der vorgegebenen Toleranz der Änderung des Spritzkolbenhubes, ist eine Änderung der Prozeßparameter nicht erforderlich.

Führt nun beispielsweise die Erhöhung der Werkzeugtemperatur zu einem geringeren Druckbedarf bei der Füllung des Formhohlraumes 30, wird die Änderung des Spritzkolbenhubes geringer und sinkt unter den Betrag des Minimalwertes ab. Durch eine Verringerung des Druckes für die Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken, das heißt das Ansprechen der Förderstromreduzierung, wird der Betrag der Änderung des Spritzkolbenhubes wieder so verändert, daß er innerhalb der vorgegebenen Toleranzen der Änderung des Spritzkolbenhubes liegt. Dabei ist für Maschinen einfacher Bauart, deren Steuerung kein kompliziertes Rechensystem besitzt, eine Änderung in konstanten Schritten vorgesehen. Erreichen die Prozeßparameter vorgegebene Grenzwerte, ist die Signalisierung einer Störung oder in einer entsprechend festgelegten Reihenfolge die Änderung eines anderen Prozeßparameters vorgesehen.

Zur Durchführung des Verfahrens ist die in Fig. 3 dargestellte Einrichtung vorgesehen. Diese Einrichtung besteht aus einer üblichen Spritzgießmaschine, bei der ein hydraulisch steuerbarer Ölstrom von einem Hydrauliksteuerblock 39 über eine hydraulische Verbindung 40 in den Spritzzylinderraum 36 des Spritzzylinders 38 gelangt und den Spritzkolben 26 und damit den Schneckenkolben 27 verschiebt. Dabei wird die im Masseraum 28 befindliche Formmasse über ein Angußsystem 29 in den Formhohlraum 30 gepreßt. Diese Spritzgießmaschine besitzt eine Druckerfassungseinheit 37, die ein Druckmeßwertgeber, ein Druckschalter oder auch ein die Öffnung des den Spritzdruck bestimmenden Begrenzungsventils meldender Signalgeber sein kann. Weiterhin besitzt diese Einrichtung den Spritzdruck und die Spritzgeschwindigkeit steuernde hydraulische Glieder 41; 42.

Weiterhin sind entsprechende Regler für die Prozeßparameter 43; 44; 45; 46; 47 vorhanden. In einfachen Spritzgießmaschinen, bei denen die Erfindung als Einstellhilfe für das schnelle und zuverlässige Finden günstiger Einstellwerte anwendbar ist, können die Regler für die Prozeßparameter 43; 44; 45; 46; 47 handeinstellbare Steuer- oder Regelgeräte sein. Die Druckerfassungseinheit 37 steht mit einem Signalgeber 48, der auch deren Bestandteil sein kann oder auch innerhalb der Maschinensteuerung 49 vorhanden sein kann, in Wirkverbindung. Vom Signalgeber 48 wird das entspre-

chende Signal entweder als den Druckwert bei Förderstromreduzierung 17; 18 kennzeichnendes analoges Signal und den Druckwert nach Förderstromreduzierung kennzeichnendes analoges Signal oder als digitales Signal, das die zwei Zustände "Druck unter Einstellwert" 6 und "Druck auf Einstellwert oder darüber" 7 kennzeichnet, and eine Verarbeitungseinheit 50 weitergeleitet. Innerhalb dieser Verarbeitungseinheit 50 wird das erste Signal gespeichert und entweder nach Eingang des zweiten Signals die Druckdifferenz gebildet oder die Kontrolle durchgeführt, ob das erste Signal während der Nachdruckphase wieder zusammenbricht, oder es wird eine Zeit gestartet und kontrolliert, ob das zweite Signal innerhalb dieser Zeit kommt, oder es wird die Zeit zwischen dem ersten und zweiten Signal wertmäßig erfaßt. Diese Verarbeitungseinheit 50 besitzt eine Signalausgabeeinheit 51, die entweder ein Signal als unmittelbaren Hinweis zur Maschineneinstellung und Überwachung anzeigt und damit ein schnelles Einrichten der Maschine und eine schnelle subjektiv unabhängige Auffinden eines günstigen Arbeitspunktes ermöglicht oder das Signal zur unmittelbaren automatischen Maschinensteuerung an einen Wandler 52 weiterleitet. Der Wandler 52 wandelt das Signal in ein den jeweiligen Prozeßparameter betreffendes vom nachfolgenden Regler 53 verarbeitbares Signal. Zu diesem Zweck kann dem Wandler 52 von der Maschinensteuerung 49 ein Steuerbefehl zugeteilt werden, der den zu steuernden Prozeßparameter festlegt. Zu diesem Zweck ist vorzugsweise in der Maschinensteuerung 49 ein Prozeßparametervorgabeteil 56 vorhanden. Der Regler 53 besitzt für die jeweiligen Prozeßparameter einen Regelalgorithmus, der die dem Eingangssignal 57, das er vom Wandler 52 erhält, entsprechende Sollwertänderung vorschreibt. Diese Sollwertänderung wird über ein nachfolgendes Sollwertvorgabeteil 54 dem jeweiligen Regler für Prozeßparameter 43; 44; 45; 46; 47 nach Abschluß des Spritzzyklus zugeführt. Es ist günstig, wenn das Sollwertvorgabeteil 54 mit der Maschinensteuerung 49 in Wirkverbindung steht und damit eine Grenzwertkontrolle durch die Maschinensteuerung 49 möglich ist. Zusätzlich kann die vorgesehene Prozeßparameterverstellung der Maschinensteuerung zugeführt werden, mit dem jeweiligen erreichten Sollwert und einem vorgegebenen Grenzwert in einem Grenzwertvorgabeteil 55 verglichen und bei Erreichen des Grenzwertes durch den Sollwert eine weitere Verstellung des Sollwertes durch Rückwirkung auf den Regler 53 gestoppt werden. Gleichzeitig erfolgt von Grenzwertvorgabeteil 55 ein Signal an das Prozeßparameterauswahlteil 56, und dieses gibt dem Wandler 52 einen anderen zu regelnden Prozeßparameter vor. Vom Wandler 52 erhält der

Regler 53 ein neues Eingangssignal 57 und bewirkt über das Sollwertvorgabeteil 54 die Vorgabe des Sollwertes an einen anderen Regler für Prozeßparameter 43; 44; 45; 46; 47. Eine besonders vorteilhafte Ausführung geht davon aus, daß ein beim Öffnen des Druckbegrenzungsventils für den Spritzdruck ansprechender Signalgeber die Druckerfassungseinheit 37 darstellt. Sobald dieses Druckbegrenzungsventil sich wieder schließt, wie es bei Förderstromreduzierung bei noch nicht ganz gefülltem Formhohlraum 30 geschieht, verändert sich auch das Signal. Durch den Einsatz eines derartigen die Öffnung des Spritzdruckventils kennzeichnenden hydraulischen Gliedes kann die erfindungsgemäße Lösung in allen Spritzgießmaschinen, die bei Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken den Förderstrom reduzieren, angewendet werden. Es kann eine spritzhubabhängige Steuerung oder zeitabhängige Steuerung bei Anwendung des Verfahrens und einer entsprechenden Einrichtung optimiert und der Spritzhub oder der Umschalzeitpunkt füllgradabhängig gesteuert werden, wenn durch die Prozeßparameterwahl vor Erreichen des Umschaltpunktes vom Spritzen auf Nachdrücken der Begrenzungsdruck erreicht wird.

Für die Nutzung des Druckeinbruches nach Reduzierung des Förderstromes ist der Druck im Spritzzylinder die günstigste Meßgröße, aber auch ein anderer Druck, beispielsweise der Druck im Masseraum, ist verwendbar. Bisher wurde mit der Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken sowohl der Förderstrom als auch der Druck vorgebewart verändert. Da zum Zeitpunkt der Förderstromreduzierung bei optimaler Prozeßparametervorwahl der Spritzdruck dem zum Füllen des Formhohlraumes 30 erforderlichen Druck und damit dem zur Verhinderung von Einstellen am Formteil erforderlichen Druck entspricht, ist eine Druckreduzierung vor Versiegelung des Ausgusses meistens nicht sinnvoll. Damit wird beim Umschalten vom Spritzen auf Nachdrücken vorerst nur eine Reduzierung des Förderstromes und erst nach dem zweiten Erreichen des Umschaltdruckes eine Steuerung des Nachdruckes erforderlich. Ein Druckeinbruch in der Füllphase des Formhohlraumes 30 wird allgemein als ungünstig angesehen. Die Nutzung des Druckeinbruches für die Steuerung des Einspritzvorganges wird deshalb für sinnvoll angesehen, weil der Druckeinbruch sehr gering gehalten wird und innerhalb kurzer Zeit der Druckwert bei Förderstromreduzierung wieder erreicht wird und sich dieser geringe Druckeinbruch, falls überhaupt feststellbar, nur gering auf den Druck im Formhohlraum auswirkt. Da die Steuerung so erfolgt, wegen der Minimierung der Druckdifferenz oder Zeit bis zum zweiten Erreichen des Druckwertes bei Förderstromreduzierung, daß der Formhohlraum zum Zeitpunkt der Umschaltung

vom Spritzen auf Nachdrücken bereits gefüllt ist, wirkt sich eine kurzzeitig geringfügige Druckabsenkung auf das Formteil nicht aus. Die allgemein vorhandenen technischen Bedenken konnten durch Messungen widerlegt werden.

In einer anderen Ausführung zur Durchführung des in Fig. 2 bereits beschriebenen Verfahrens besitzt die Einrichtung eine die Stellung des Spritzkolbens 26 zum Zeitpunkt der Förderstromreduzierung erfassende digitale oder analoge Meßeinrichtung 60, die mit der Verarbeitungseinheit 50 in Wirkverbindung steht. Zum Zeitpunkt der Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken, das heißt, zum Zeitpunkt der Förderstromreduzierung wird der von der Meßeinrichtung 60 erfaßte Schneckenhub in der Verarbeitungseinheit 50 gespeichert, und nach Erreichen des vorgewählten Druckwertes wird der über die Druckerfassungseinheit 37 erfaßte Druckwert im Signalgeber 48 ein Signal auslösen, das als Schaltsignal in der Verarbeitungseinheit 50 ein erneutes Erfassen der Stellung des Schneckenkolbens 27 mittels der Meßeinrichtung 60 bewirkt. Die nachfolgende Signalausgabereinheit 51 zeigt entweder die erforderliche Änderung des Prozeßparameters für eine Handverstellung an oder beeinflußt unter Zwischenschaltung des Wandlers 52 das Eingangssignal 57 des Reglers 53, der wiederum den vom Sollwertvorgabeteil 54 ausgegebenen Wert für den jeweiligen Regler für Prozeßparameter 43; 44; 45; 46; 47 beeinflusst.

## Ansprüche

1. Verfahren zur Regelung und Steuerung des Spritzgießprozesses und/oder dessen Überwachung beim Spritzgießen von Formteilen auf hydraulischen Spritzgießmaschinen, bei denen zur Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken der Förderstrom reduziert wird und bei denen eine Druckerfassungseinheit für den Spritzdruck vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeit zwischen dem Umschaltpunkt der Förderstromreduzierung und dem Erreichen eines vorgewählten Druckes oder des Druckes bei Förderstromreduzierung oder eines damit im Zusammenhang stehenden Signals oder die Zeit zwischen einem ersten Erreichen eines vorgewählten Druckes bei Förderstromreduzierung und einem zweiten Erreichen des gleichen oder eines anderen vorgewählten Druckes nach der Förderstromreduzierung oder daß der Spritzkolbenhub zum Zeitpunkt der Förderstromreduzierung erfaßt wird und die Änderung des Spritzkolbenhubes bis zum Erreichen eines vorgewählten Druckes oder des Druckes vor Beginn der Förderstromreduzierung oder daß der Betrag der

17

0 233 548

18

Druckdifferenz zwischen dem maximalen Druck bei Förderstromreduzierung und dem minimalen Druck nach der Förderstromreduzierung erfaßt wird und als Vergleichsgröße für die Regelung, Steuerung und/oder Überwachung verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Förderstromreduzierung oder mit dem diese Förderstromreduzierung bewirkenden oder charakterisierenden Schaltsignal eine vorgegebene Zeit gestartet wird und daß die Prozeßparameter so verstellt werden, daß bei fehlender Druckabsenkung nach Förderstromreduzierung im nächsten Zyklus Prozeßparameter vorzugsweise Spritzdruck, Spritzhub, Einspritzzeit, Massetemperatur oder Werkzeugtemperatur um einen vorgegebenen Betrag gesenkt werden und/oder Prozeßparameter vorzugsweise Spritzgeschwindigkeit um einen vorgegebenen Betrag erhöht werden und daß, wenn bei Druckabsenkung nach Förderstromreduzierung ein Erreichen des vorgewählten Druckes innerhalb der vorgegebenen Zeit nicht vorhanden ist, im nächsten Zyklus Prozeßparameter, vorzugsweise Spritzdruck, Massotemperatur, Spritzhub, Einspritzzeit oder Werkzeugtemperatur um einen vorgegebenen Betrag erhöht und/oder Prozeßparameter vorzugsweise Spritzgeschwindigkeit um einen vorgegebenen Betrag verringert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß abhängig vom Auftreten oder Nichtauftreten eines Druckeinbruchs nach der Förderstromreduzierung je Zyklus eine Veränderung eines Prozeßparameters um einen vorgegebenen Betrag vorgenommen wird und daß dabei bei Auftreten des Druckeinbruchs vorzugsweise der Spritzdruck, der Spritzhub, die Einspritzzeit, die Massetemperatur und/oder die Werkzeugtemperatur erhöht werden und/oder die Spritzgeschwindigkeit verringert wird und daß bei Nichtauftreten des Druckeinbruchs vorzugsweise der Spritzdruck, der Spritzhub, die Einspritzzeit, die Massetemperatur und/oder die Spritzgeschwindigkeit erhöht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Unterschreitung einer vorgegebenen Änderung des Spritzkolbenhubs oder Zurückfordern des Spritzkolbens nach der Förderstromreduzierung bis zum Erreichen des vorgewählten Druckes für den nächsten Spritzzyklus Prozeßparameter, vorzugsweise der Spritzhub oder die Einspritzzeit bis zur Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken oder der Umschaltdruck, verringert werden und/oder Prozeßparameter, vorzugsweise der Nachdruck, erhöht werden und daß bei Überschreitung einer gleichen oder einer anderen vorgegebenen Änderung des Spritzkolbenhubs nach der Förderstromreduzierung bis zum Erreichen des vorgewählten Druckes

Prozeßparameter, vorzugsweise der Spritzhub oder die Einspritzzeit oder der Umschaltdruck vom Spritzen auf Nachdrücken vergrößert werden, und/oder daß Prozeßparameter, vorzugsweise der Nachdruck verringert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die Veränderung der Prozeßparameter Grenzwerte vorgegeben werden und daß bei Erreichen der Grenzwerte eine Signalisierung einer Störung und/oder entsprechend einer festgelegten Reihenfolge ein anderer Prozeßparameter verändert wird.

6. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß einer den Druck zum Zeitpunkt der Förderstromreduzierung meldenden Druckerfassungseinheit (37) und/oder einen die Förderstromreduzierung meldenden Signalgeber (45) eine Verarbeitungseinheit (50), die mindestens einen Speicher für ein erstes Signal besitzt und vorzugsweise einen Druckdifferenzbildner oder eine Zeitmeß- oder Zeitvorgabeeinheit besitzt nachgeschaltet ist und der wiederum eine Signalausgabeeinheit (51) nachgeschaltet ist.

7. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die einen Druckwert signalisierende Druckerfassungseinheit (37) mit einem einer Verarbeitungseinheit (50) zugehörigen Schaltglied in Wirkverbindung steht und daß eine die Stellung des Spritzkolbens zum Zeitpunkt der Förderstromreduzierung erfassende digitale oder analoge Meßeinrichtung (60) vorhanden ist und daß dieser die Verarbeitungseinheit (50), die mindestens einen Speicher für ein erstes Meßsignal besitzt, nachgeschaltet ist und daß dieser wiederum eine Signalausgabeeinheit (51) nachgeschaltet ist.

8. Einrichtung nach Anspruch 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalausgabeeinheit (51) eine Anzeigevorrichtung mit mindestens folgenden zwei Anzeigezuständen besitzt:

1. Parameter, vorzugsweise Spritzhub, Einspritzzeit und/oder Umschaltdruck vom Spritzen auf Nachdrücken verringern und/oder Nachdruck erhöhen und

2. Parameter, vorzugsweise Spritzhub, Einspritzzeit und/oder Umschaltdruck vom Spritzen auf Nachdrücken vergrößern und/oder Nachdruck verringern.

9. Einrichtung nach Anspruch 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalausgabeeinheit (51) ein das die Änderungsrichtung des/der Prozeßparameter kennzeichnende Signal in das zu ändernde Prozeßparametersignal umsetzen- der Wandler (52) nachgeschaltet ist und daß ein diesem nachgeschalteter Regler (53) vorhanden ist,

19

0 233 548

20

der mit einem Sollwertvorgabeteil (54) der Regler für Prozeßparameter (43; 44; 45; 46; 47) in Wirkverbindung steht.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Maschinensteuerung (49) ein Grenzwertvorgabeteil (55) für die Prozeßparameter besitzt und daß dieses mit dem Regler (53) in Wirkverbindung steht und daß diesem ein Prozeßparameterauswahlel (56) nachgeschaltet ist, das mit dem Wandler (52) in Wirkverbindung steht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

11

0 233 548

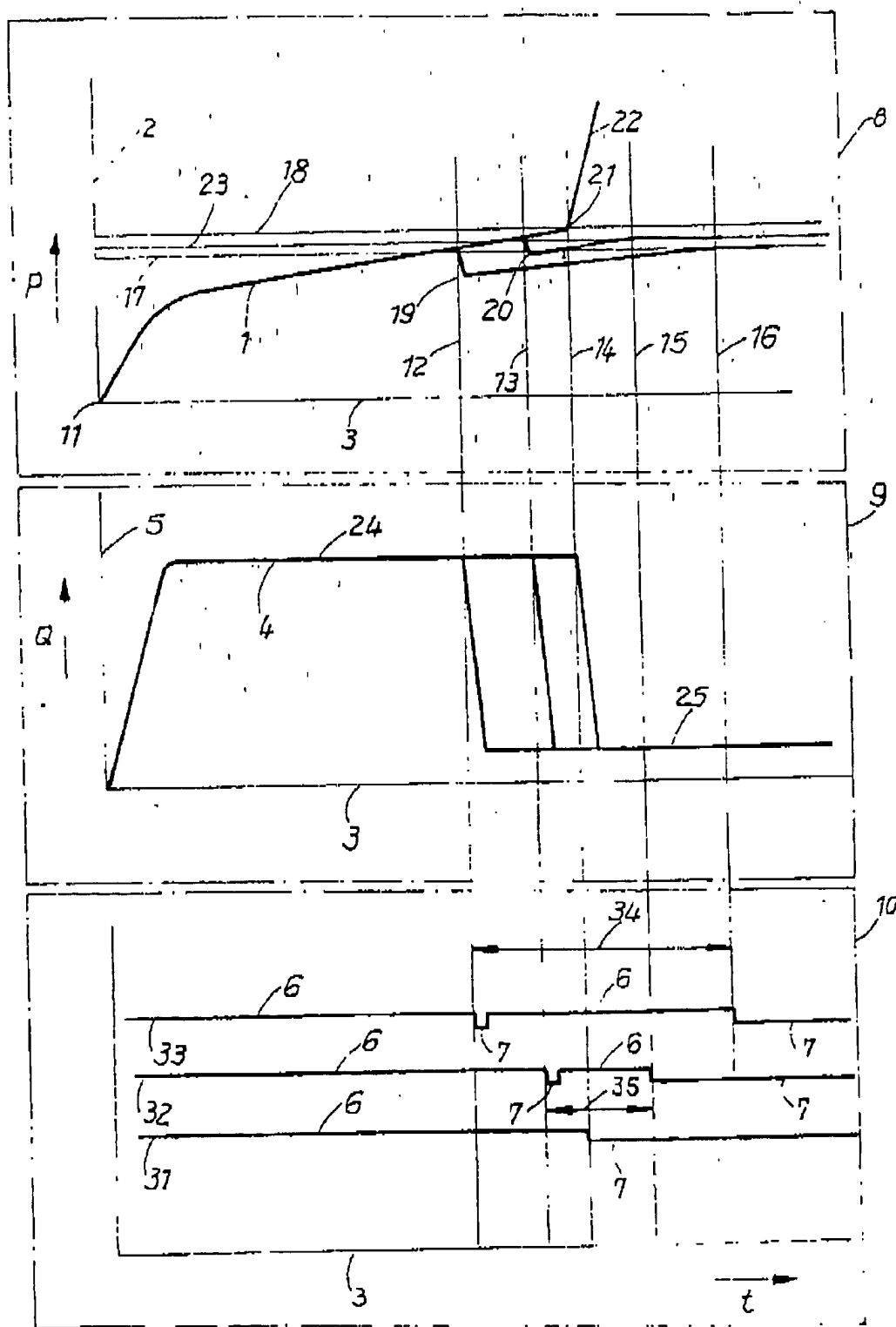


FIG. 1

0 233 548

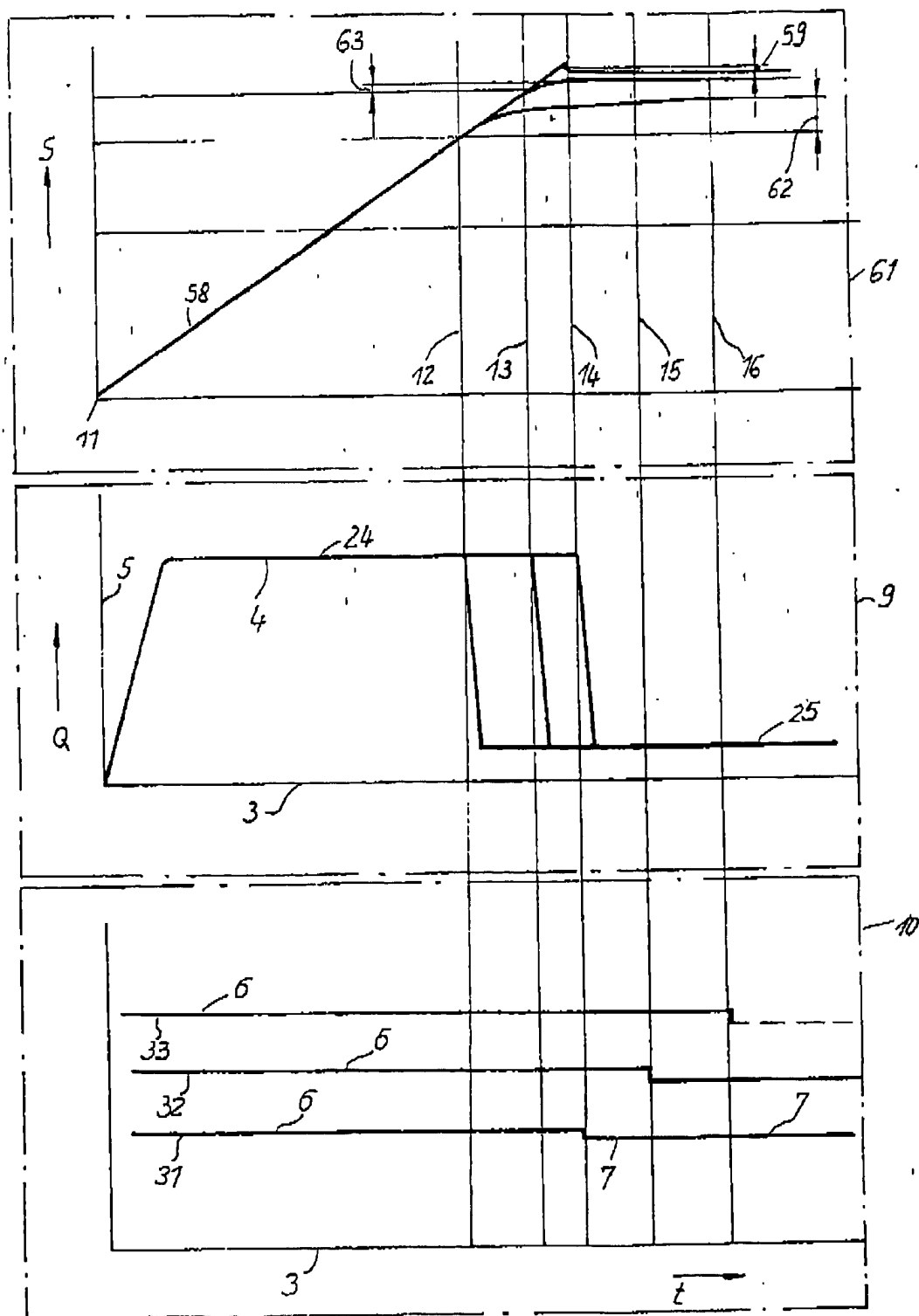


FIG. 2

0 233 548

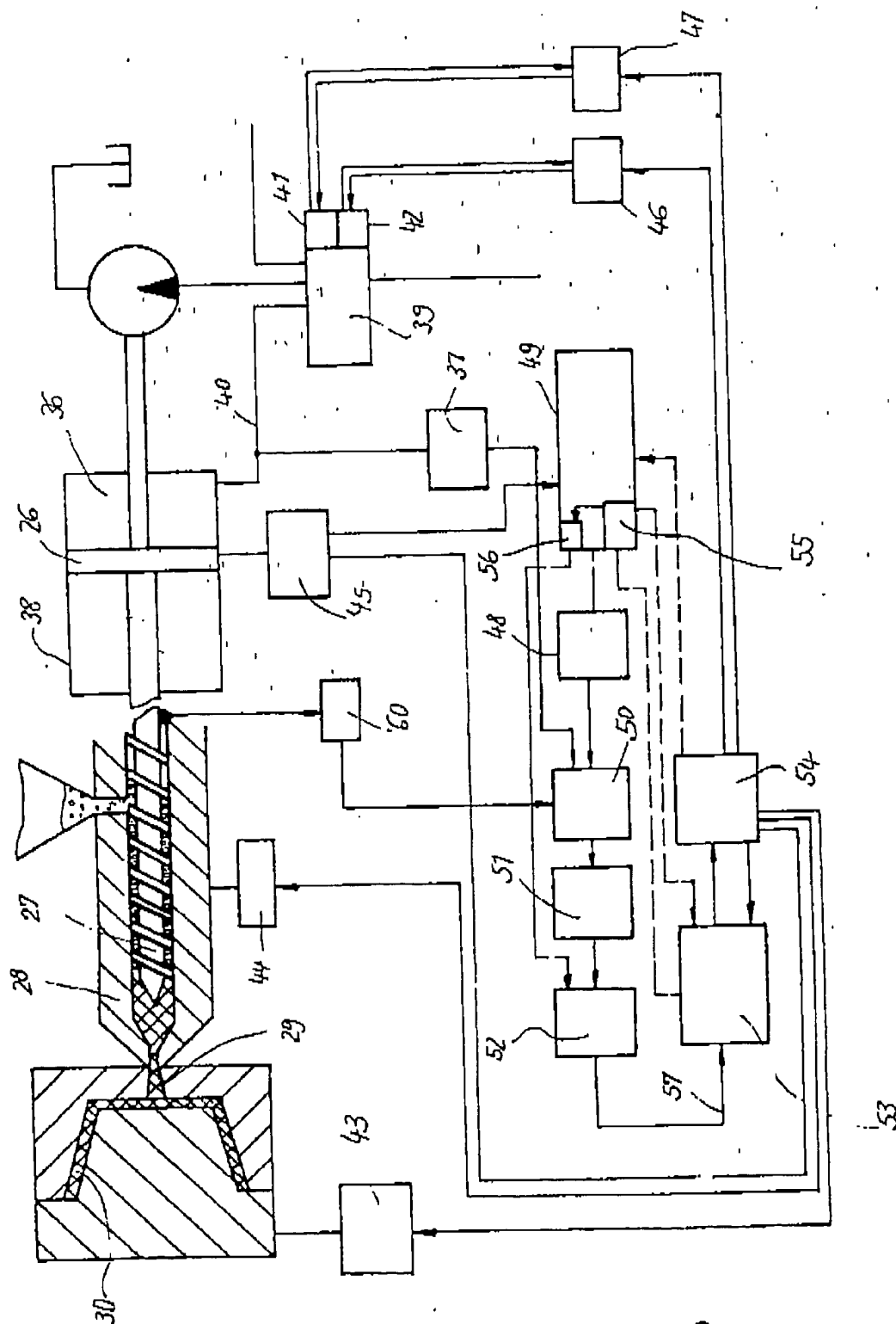
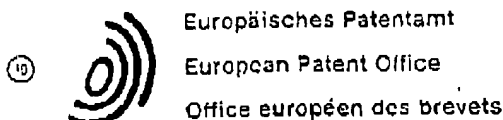


Fig. 3





(11) Veröffentlichungsnummer: **0 233 548 A3**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 87101505.3

(51) Int. Cl. 4. B29C 45/76

(23) Anmeldetag: 04.02.87

(30) Priorität: 14.02.86 DD 287035  
 11.06.86 DD 291181

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
 26.08.87 Patentblatt 87/35

(64) Benannte Vertragsstaaten:  
 AT CH DE ES FR GB IT LI NL

(69) Veröffentlichungstag des später veröffentlichten  
 Recherchenberichts: 08.02.89 Patentblatt 89/06

(71) Anmelder: VEB Plastmaschinenwerk Wiehe  
 Donndorfer Strasse 3  
 DDR-4736 Wiehe Unstruttal(DD)

(72) Erfinder: Hummel, Erhard, Dipl.-Ing.  
 Wenzel-Verner-Strasse 25  
 DDR-9044 Karl-Marx-Stadt(DD)  
 Erfinder: Schneider, Hans, Dipl.-Ing.  
 Gärtnerweg 15  
 DDR-9122 Adorf/Erzgebirge(DD)  
 Erfinder: Panhans, Franz, Dipl.-Ing.  
 Johannes-Reitz-Strasse 18  
 DDR-9044 Karl-Marx-Stadt(DD)  
 Erfinder: Wystamp, Gerd, Dipl.-Ing.  
 Hans-Sachs-Strasse 17  
 DDR-9023 Karl-Marx-Stadt(DD)

(74) Vertreter: Fuchsle, Klaus, Dipl.-Ing. et al  
 Hoffmann, Eitle & Partner Patentanwälte  
 Arabellastrasse 4  
 D-8000 München 81(DE)

(54) Verfahren und Einrichtung zur Regelung des Spritzglessprozesses.

(57) Die Erfindung betrifft die Regelung, Steuerung und/oder Überwachung des Betriebes hydraulischer Spritzgießmaschinen, bei denen zur Umschaltung vom Spritzen auf Nachdrücken der Förderstrom reduziert wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, die dem optimalen Umschaltunkt entsprechenden Spritzhub, Spritzzeit, Spritzdruck oder Spritzgeschwindigkeit zu finden, Prozeßparameter zu regeln und eine werkzeugunabhängig, maschineninterne, druckspitzenfreie und vollständig Formhohlraumfüllung zu erzielen.

Erfindungsgemäß wird die Zeit zwischen dem Umschaltunkt der Förderstromreduzierung und dem Erreichen eines vorgewählten oder des Druckes bei Förderstromreduzierung oder eines damit im Zusammenhang stehenden Signales oder die Zeit zwischen dem Erreichen eines vorgewählten Druckes vor Förderstromreduzierung und dessen zweitem Erreichen oder eines anderen vorgewählten Druckes

danach oder der Spritzkolbenhub bei Förderstromreduzierung erfaßt und seine Änderung bis zum Erreichen eines vorgewählten oder des Druckes vor Förderstromreduzierungsbeginn oder der Betrag der Druckdifferenz zwischen dem maximalen Druck vor und dem minimalen nach Förderstromreduzierung erfaßt und als Vergleichsgröße für die Prozeßführung verwendet.

EP 0 233 548 A3

EP 0 233 548 A3

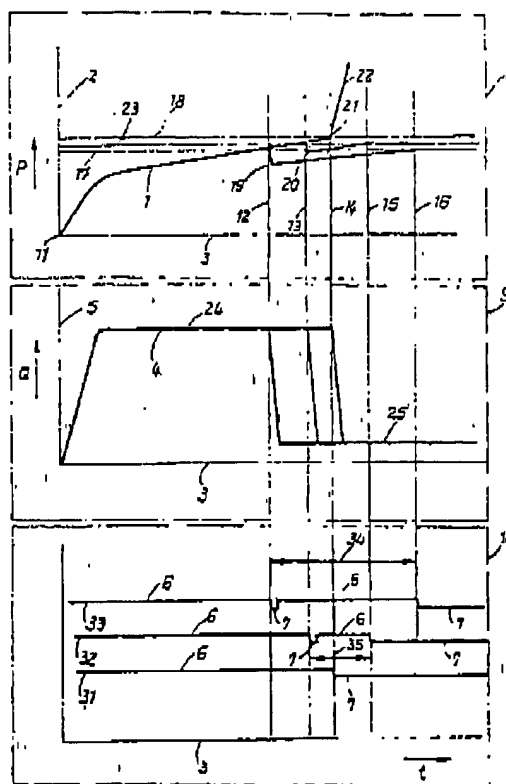


Fig. 1



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 87, 10 1505

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	DE-A-2 429 874 (R.W. LIPP) * Seite 4, Absatz 3 - Seite 5, Absatz 2; Seite 11, Absatz 2 - Seite 12, Absatz 2; Ansprüche 1-5, 8-10, 12, 16, 18, 20-23 *	1-10	B 29 C 45/76
A	US-A-3 859 400 (Y.W. CARLTON) * Zusammenfassung; Spalte 1, Zeilen 41-65; Spalte 3, Zeile 14 - Spalte 4, Zeile 40; Ansprüche 1-3 *	1, 2, 4, 6, 7	
A	US-A-3 792 134 (D.C. PAULSON) * Spalte 1, Zeilen 12-59; Ansprüche *	1, 3, 5, 8	
A	DE-A-2 209 602 (PENNWALT CORP.) * Seite 30, letzter Absatz - Seite 32, Absatz 1; Ansprüche 1, 6; Figur 6 *	1, 2, 6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 9, Nr. 87 (M-372)[1810]; 17. April 1985; & JP-A-59 214 629 (NITSUSEI JIYUSHI KOGYO K.K.) 04-12-1984 * Insgesamt *	1, 4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			B 29 C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21-11-1988	Prüfer MARZENKE J.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**